

扇島沖のマコガレイ禁漁区の効果について

清水 詢 道

On the effects of the marine preserve for
young flounder, *Limanda yokohamae*, off
Ohgishima in Tokyo Bay.

Takamichi S_{HIMIZU}

はじめに

横浜市漁業協同組合柴漁業研究会（以下、研究会と表現する）では、1980年頃から小型底びき網の重要な対象種であるマコガレイの移動、成長等を明らかにする目的で、マコガレイの標識放流調査に取り組んできたが、この経過の中で冬季にマコガレイの幼魚が川崎市の扇島沖に集合することがわかってきていた（小山、1986）。1985年1月、扇島沖である船が小型底びき網を操業したところ、例年になく大量のマコガレイ幼魚が漁獲された。横浜市漁業協同組合柴支所（以下、柴支所と表現する）は、1977年からシャコの出荷枚数制限を、78年から2日出漁したら1日休む、いわゆる二動一休制度を採用するなど、漁業管理・資源管理意識の高い組合である。マコガレイ幼魚が大量に漁獲されたという事実は研究会だけでなく柴支所全体の関心を集め、幼魚を保護して大きくなってから漁獲した方が良いという結論となり、1月から3月まで扇島沖を小型底びき網の自主的禁漁区とすることが決定され実施された。以来、毎年12月あるいは1月に研究会が幼魚分布量調査を実施して、その結果に基づいて柴支所が禁漁開始時期を決定し、3月には同じく研究会の調査結果に基づいて解禁時期を決定するという手続きにより、禁漁区が設定されて現在に至っている。また、この決定について近隣の横浜市漁業協同組合本牧支所、横須賀東部漁業協同組合にも協力をよびかけ、ほぼ全面的な禁漁が行われている。

当场では指導普及部及び資源研究部が標識放流調査を開始された時点から研究会に協力してきたが、1988年度

から東京湾の小型底びき網をモデルとした資源管理開発試験が開始されたことをきっかけとしてこの調査に密接に関わるようになり、現在では水試と研究会の共同調査として禁漁区の幼魚分布調査を実施している。ここではこれまでの調査結果をまとめるとともに禁漁区の設定がいかなる効果を生じたかについて検討した結果を報告する。

報告に先立って、横浜市漁業協同組合柴漁業研究会の会員の皆様に感謝する。中でも小山新次郎氏をはじめとする漁業士の方々にはこの報告をまとめる上で有益なご助言をいただいた。また、淡水魚増殖試験場の中田専門研究員、資源研究部の小林専門研究員、指導普及部の池田副技幹には調査にご協力いただくとともに有益なご助言をいただいた。神奈川県農政部水産課の鶴飼主任技師、作中副技幹は筆者の前任として禁漁区の調査を積極的に進められ、貴重なデータを集積してこられた。併せて心から感謝の意を表する。

材料と方法

調査の対象となった禁漁区は、図1に示した海域で、横浜港入口右岸灯標（a）、横浜シーバース（b）、川崎シーバース（c）、扇島シーバース（d）、川崎航路右側灯標（e）、同左側灯標（f）を順次結んだ線とfから東京灯標を見通した線及び神奈川県の陸岸に囲まれた海域と規定されている。禁漁区の調査は、1985年1月から1991年3月まで、毎年12月あるいは1月から3月まで、ほぼ各月1回実施されてきた。調査は、柴支所の小型底

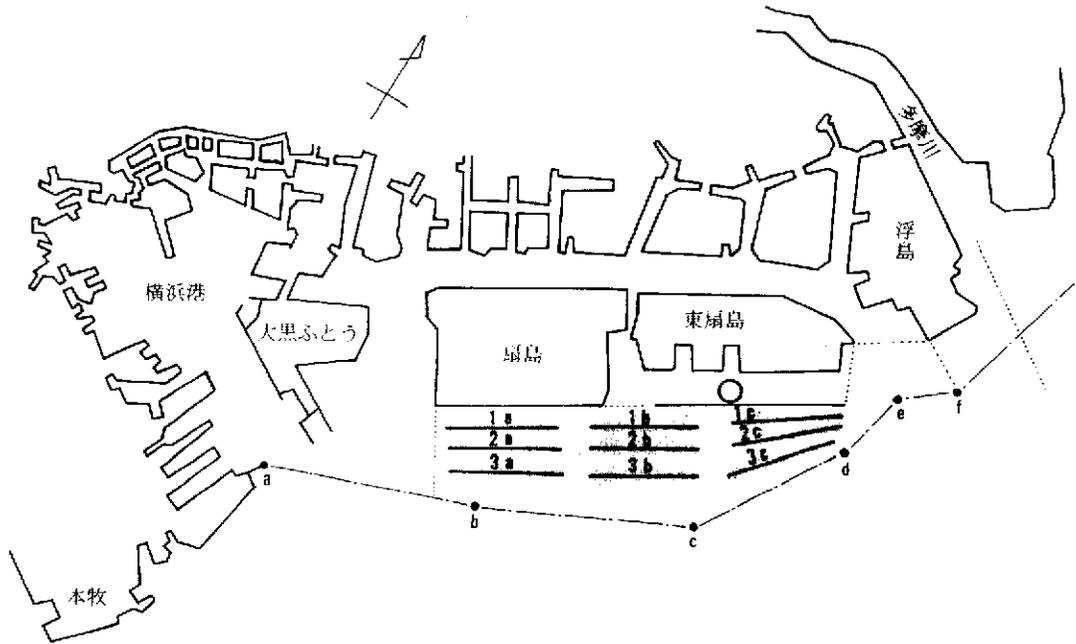


図1 調査海域と調査定線。
は標識放流点。

びき網船を用い、図1に示したように定線を9線設定し、これを3隻で3線ずつ曳網するのを基本とした。効果を検討する場合には、9定線を中心とする影をつけた海域（面積約1470haと推定される）について検討した。各曳網ごとに採集されたマコガレイの全長を測定し、アンカータグで標識して図1に示した位置に放流した。定線1線あたりの曳網時間は30分、曳網速度は平均3.3ノット、網口のビーム長は7mなので、1回あたりの掃海面積は平均的に2.14haと推定される。

禁漁期間中のマコガレイの成長、増重については、全長組成の検討とともに、次の方法によって検討した、朴(1989)によって、マコガレイの全長一体長の関係、雌雄別の体長一体重の関係は次の式で示されている。

$$TL = 1.18SL - 3.88 \quad TL: \text{全長(mm)}, SL: \text{体長(mm)}$$

$$BW = 5.3432 \cdot SL^{3.2824} \times 10^6 \quad (\text{Male})$$

$$BW = 7.0924 \cdot SL^{3.2227} \times 10^6 \quad (\text{Female})$$

また、体長ごとの性比も朴(1989)によって示されているので、これを用いて、TL22cmまでは : =1:1、22-35cmの間は : =3:7、35cm以上は全て雌であるとして、全長1cm間隔ごとに、性比を考慮した計算体重を求めた。この計算体重と全長組成とから、各調査ごとの全重量、単位面積あたり重量、平均体看を計算した。

禁漁区設定の効果の金額的な把握は、次の方法によって行った。禁漁直前の密度を n_1 (尾/ha)、禁漁区の面積を S (ha) とすると、禁漁直前に禁漁区内に生息していたマコガレイの尾数 N_1 は、 $N_1 = n_1 \times S$ と表現される。柴支所のマコガレイの銘柄は4段階あり、マル小(TL16.5-20.0cm)、小(20.0-23.0cm)、中(23.0-26.5cm)、大(26.5cm以上)となっている。これにマル小未満(16.5cm未満)を加えて5段階とした。各銘柄の割合は全長組成から求めることができるので、これを k_{a1} 、 k_{b1} 、 \dots とすると ($k_1 = 1$)、各銘柄の尾数は、 $N_1 k_{a1}$ 、 $N_1 k_{b1}$ 、 \dots 、 $N_1 k_{e1}$ となる。銘柄aの単価を x_{a1} (円/尾) とすると、銘柄aのマコガレイは禁漁区内に $N_1 k_{a1}$ 尾、 $N_1 k_{a1} x_{a1}$ 円存在していたことになる。したがって、禁漁区内に存在したマコガレイの総金額を X_1 とすると、 $X_1 = N_1 k_1 x_1$ (円) となる。同様に、解禁直前の密度を n_2 、以下添字を2に書き換えることによって、解禁直前の禁漁区内のマコガレイは、 $X_2 = N_2 k_2 x_2$ (円) 存在していたことになる。したがって、禁漁直前と解禁直前のマコガレイの存在金額の差 (E) は、 $E = X_2 - X_1$ (円) と表現される。これは禁漁区に存在する全てのマコガレイを金額に換算した、いわば全体効果と考えられる。次に、禁漁によって実際に漁獲死亡を免れ

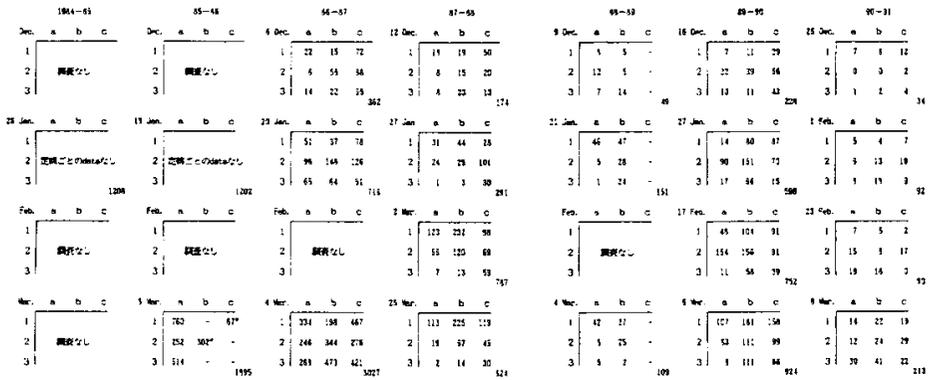


図2 定線ごとのマコガレイの採集尾数。
 - は調査しなかった定線、 は15分曳を示す。

たマコガレイについての、いわば純効果を金額に換算することを試みた。禁漁直前に禁漁区に存在したマコガレイをR尾、これが解禁直前にN尾になっていたとする。自然死亡係数をM、他海域からの移入係数をI、他海域への移出係数をEとすると、 $N = R \cdot \exp. \{ -(M + E - I)t \}$ となる。仮に禁漁が行われておらず、漁獲があったとして、漁獲死亡係数をFとした場合の同じ期間後の尾数をN とすると、 $N = R \cdot \exp. \{ -(F + M + E - I)t \}$ であり、禁漁によって漁獲を免れたマコガレイの尾数は $(N - N)$ と表現される、ところで、これらの式のR、Nは、禁漁区の面積が一定なので、密度に読み替えることができる。したがって、各年の禁漁期間、禁漁直前及び解禁直前の分布密度が得られれば、 $(M + E - I)$ を求めることができる。これは、漁獲によらない減少の係数、を意味する。次にFに妥当な値を与えれば、同じ期間で漁獲を想定した場合のN を計算することができ、純効果を尾数で表現できることになる。ここではFの値として、朴(1989)を参考にして1.5を採用した。 $(N - N)$ は、漁獲されずに生き残った尾数、を意味するから、これに3月の銘柄別割合と銘柄別単価をかけることによって、純効果を金額に換算できることになる。

結 果

禁漁区内へのマコガレイの集合

各年、各調査ごと、定線ごとのマコガレイの採集尾数は図2のとおりである、これをもとに、禁漁区における分布の状態を明らかにするために、期間内に全部の定線で3回以上調査を実施した4年分(1986-87、87-88、89-90、90-91の各年)について、調査ごと、定線ごとの採集尾数をその期間の総採集尾数に対する百分率で表

示し、図3に示した。この4年でみると禁漁前の12月には定線1及び2のc側(東京寄り)で採集尾数が多い傾向にあり、時期が進むにつれて禁漁区全体に分布が拡大していく、と考えられたが、定線ごとにもみると、4年間に共通する分布パターンはみとめられなかった。そこで、各調査ごとの総採集尾数からその時の分布密度を求め、この変動状況をもとに、禁漁区へのマコガレイの集合について検討した(図4)。集合(増加)のパターンは様ではなく、86-87、87-88の2年では12月から3月にかけて対数直線的な増加がみられたが、89-90、90-91の2年では1月から2月にかけての増加が僅かであるかまたはほとんど見られなかった。しかし、禁漁前と解禁前とで比較すると、各年とも明らかに分布密度が増加していることが認められた。

禁漁区内でのマコガレイの成長

マコガレイの全長組成を図5に示した。各年とも禁漁前のモードは16-19cmにあり、神奈川水試が実施した年齢査定結果によると(作中、未発表)1才魚が中心であると考えられた。採集尾数が少なくモードが判然としないために成長の状態が把握しがたいところや月別にモードを追っていくと前月よりもモードが下に移動している場合もあったが、禁漁前と解禁前を比較すると各年ともモードは2-3cm上に移動しており、禁漁区内でマコガレイが成長していると考えられた。平均体重の変化をみると(図6)、この変化の傾向は全長組成のモードの変化とよく一致していた。ただし、モードの移動にみあった平均体重の増加はみられなかった(たとえば、1986年には解禁前のモードは禁漁前より2cm上に移動していた。仮に禁漁前の全長組成がそのまま2cm上に移動したとすると、平均体重は計算上は1.37倍になるはずであるが、

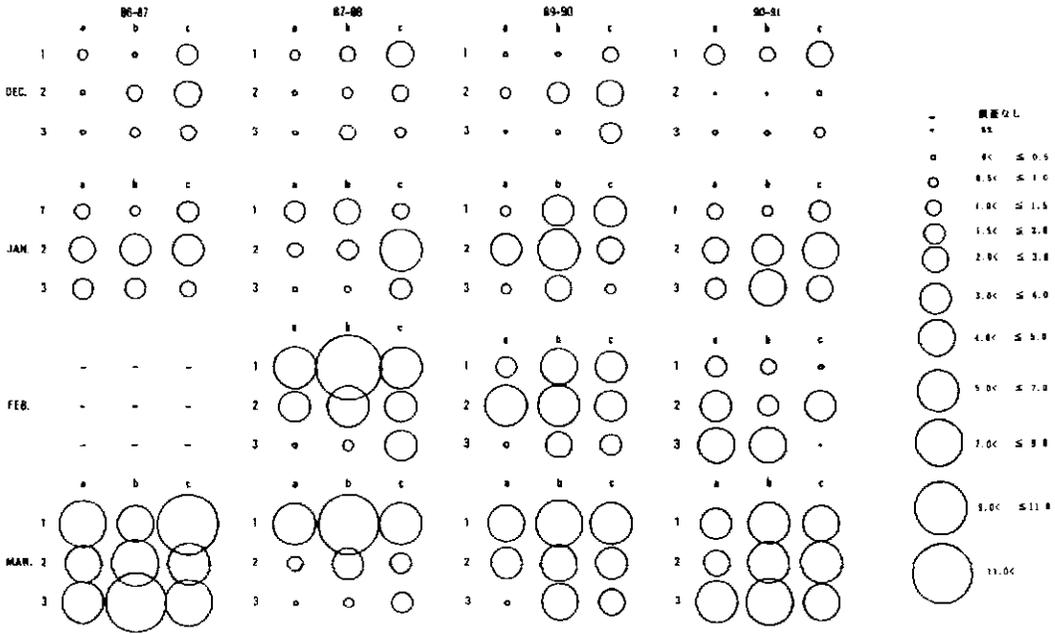


図3 定線ごとのマコガレイの分布の状態。
 の大きさは、定線ごとの採集尾数 / その期間の総採集尾数 × 100%を示す。

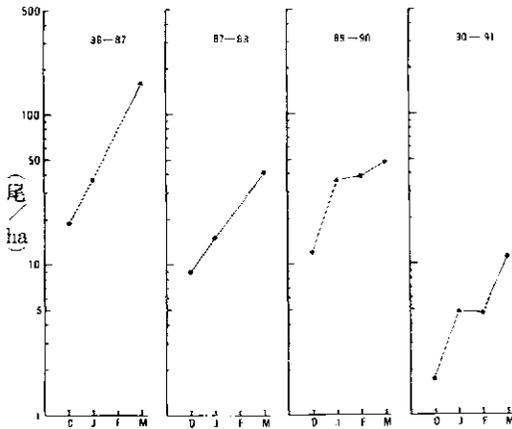


図4 マコガレイの分布密度の変化。

実際には平均体重は1.29倍になった)。

図7にマコガレイの分布密度と平均体重の関係を示した。禁漁前も解禁前も分布密度が高い年は平均体重は低く、禁漁前には $\log(\text{平均体重}) = 2.296 - 0.203 \log(\text{分布密度})$ ($r = -0.905$)、解禁前には $\log(\text{平均体重}) = 2.551 - 0.210 \log(\text{分布密度})$ ($r = -0.930$) という、ほぼ等しい傾きをもった関係が得られた。

禁漁区の効果

以上に述べた諸数値を表1にまとめた。各年ともに禁漁前と解禁前を比較すると、分布密度は増加し、かつ成長(全長組成におけるモードの移動及び平均体重の増加)がみとめられた。小型のマコガレイを漁獲してしまうより成長してから漁獲した方が良い、という禁漁区設定の動機は、分布密度も増加したという効果を加えて実現されたことになる。表1の中の面積あたり重量の数値を比較することによって、効果を数字として表現すると、1986年には禁漁によってマコガレイの重量は4.66倍になったことになる。以下、86-87年8.52倍、87-88年5.25倍、88-89年2.50倍、89-90年5.89倍、90-91年9.52倍という結果が得られた。次に、この効果を金額的に表現

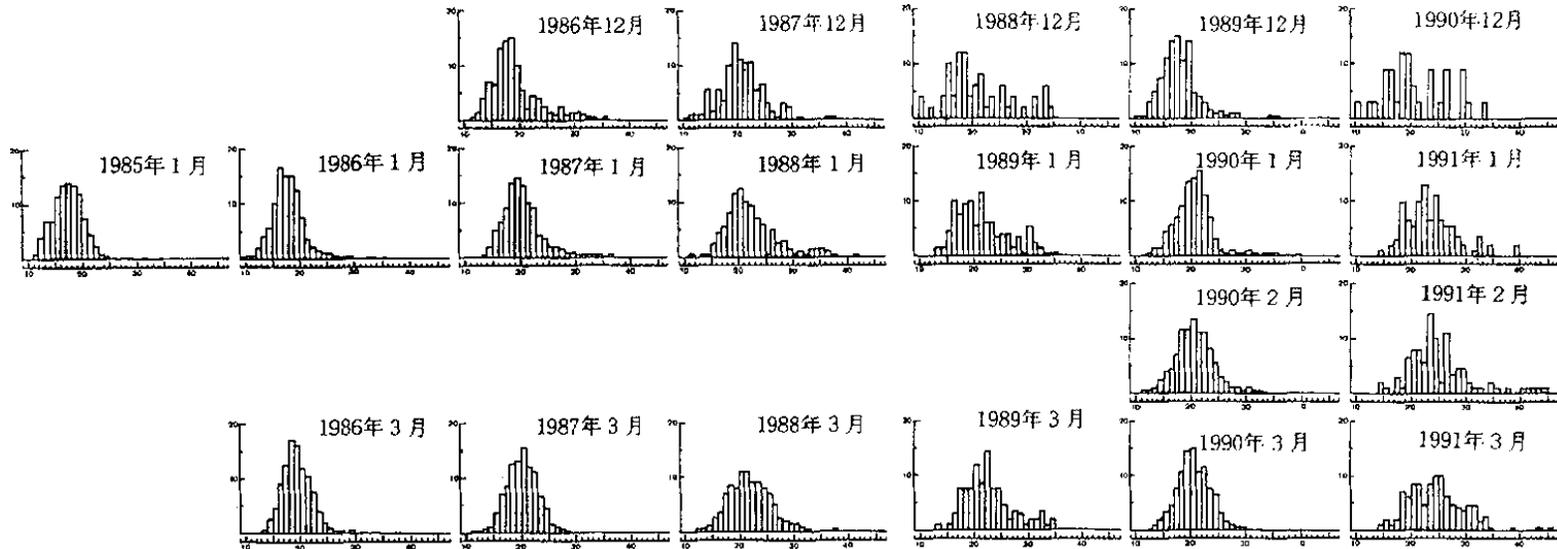


図5 マコガレイの全長組成。

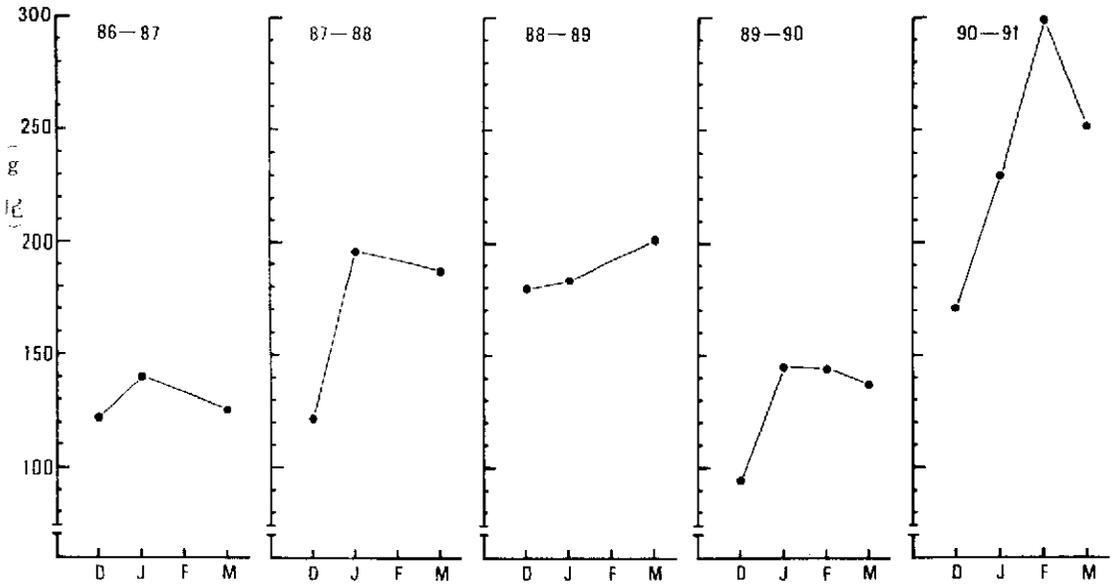


図6 マコガレイの平均体重の変化。

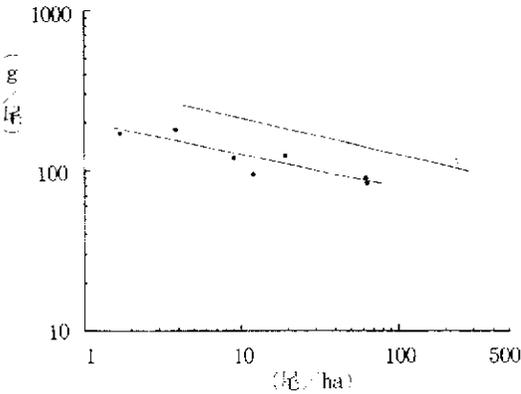


図7 マコガレイの分布密度と平均体重の関係。
 は禁漁直前、 は解禁直前を示す。

することを試みた1986年の場合の、計算結果を表2に示した。表2の各銘柄の割合は図5に示した全長組成から柴支所の銘柄区分にもとづいて求めた。また、単価は柴支所の漁業種類別魚種別管理表に、記録されている単価(円/kg)と各銘柄の平均体重とから求めた、1986年には禁漁前には2,309,931円分のマコガレイが存在していた。これが、集合と成長によって解禁前には20,831,956円分になった、つまり禁漁したことによって金額として18,522,025円分増加したという結果になった。他の年で得られた銘柄別の組成、単価を表3に示した。同様の計算を行うことによって、各

年の効果は次のように計算された。

1986 - 87	15,983,029円
87 - 88	14,448,948円
88 - 89	3,131,948円
89 - 90	8,821,826円
90 - 91	6,097,357円

次に、禁漁によって漁獲を免れたことによる純効果量を求めた。1988 - 89年の例をあげると、表1に示したように禁漁直前及び解禁直前の分布密度はそれぞれ62.4尾/ha、221.4尾/haだから分布密度は3.55倍になることになる。禁漁期間は1月から3月までの2ヶ月間だった。つまり、 $N = R \cdot \exp. \{ - (M + E - I) t \}$ の式は $3.55 R = R \cdot \exp. \{ - (M + E - I) \times 1.6 \}$ となる。これを、計算して、 $(M + E - I) = -3.21$ が得られた。したがって、禁漁ではなかったと仮定した場合 ($F = 1.50$)、 $N' = R \cdot \exp. \{ - (1.50 - 3.21) \times 1/6 \} = 2.77 R$ が得られた。したがって、 $N - N' = 3.55 R - 2.77 R = 0.78 R$ であり、 $R = 62.4 \times 1470$ だから、 $N - N' = 71,458$ 尾と計算された。さらに表3に示した3月の銘柄組成、単価を用いて金額に換算することによって、純効果金額は4,508,693円、となった、表4に全体効果の計算結果をあわせて、各年の計算結果を示した。

論 議

一般的に禁漁区を設定する目的は、産卵場を禁漁と

表 1 禁漁区調査における諸数値

年 項 目	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
85 曳網回数		9		
個体数(n)		1,208		
全重量(g)	no data	100,871.3	no data	no data
分布密度(n / ha)		62.7		
面積あたり重量(g / ha)		5,237.3		
平均体重(g / n)		83.5		
86 曳網回数		9		4
個体数(n)		1,202		1,895
全重量(g)	no data	107,541.1	no data	222,787.3
分布密度(n / ha)		62.4		221.4
面積あたり重量(g / ha)		5,583.7		26,026.6
平均体重(g / n)		89.5		115.7
86 - 87 曳網回数	9	9		9
個体数(n)	367	728		3,036
全重量(g)	44,679.4	103,264.8	no data	380,845.4
分布密度(n / ha)	19.1	37.8		157.6
面積あたり重量(g / ha)	2,319.8	5,361.6		19,773.9
平均体重(g / n)	121.7	141.8		125.4
87 - 88 曳網回数	9	9		9
個体数(n)	174	291		782
全重量(g)	26,405.6	57,430.5	no data	138,761.3
分布密度(n / ha)	9.0	15.1		40.6
面積あたり重量(g / ha)	1,371.0	2,981.9		7,204.6
平均体重(g / n)	121.7	197.4		177.4
88 - 89 曳網回数	6	6		6
個体数(n)	49	151		109
全重量(g)	8,809.5	27,768.2	no data	22,065.3
分布密度(n / ha)	3.8	11.8		8.5
面積あたり重量(g / ha)	686.1	2,162.6		1,718.5
平均体重(g / n)	179.8	183.9		202.4
89 - 90 曳網回数	9	9	9	9
個体数(n)	225	695	732	923
全重量(g)	21,423.5	100,400.8	105,348.0	126,090.3
分布密度(n / ha)	11.7	36.1	38.0	47.9
面積あたり重量(g / ha)	1,112.3	5,212.9	5,469.8	6,546.7
平均体重(g / n)	95.2	144.5	143.9	136.6
90 - 91 曳網回数	9	9	9	9
個体数(n)	33	92	90	213
全重量(g)	5,629.1	21,113.7	26,917.7	53,388.2
分布密度(n / ha)	1.7	4.8	4.7	11.1
面積あたり重量(g / ha)	292.3	1,096.2	1,397.6	2,782.6
平均体重(g / n)	170.6	229.5	299.1	250.6

表2 効果の計算例(1986年の場合)

禁漁前 密度(n_1)=62.4/ha S=1470ha

銘柄	割合(k_1)	尾数(N_1)	単価(x_1)	金額(X_1)
マル小未満(a)	.471	43,204	0	0
マル小(b)	.423	38,801	22.4	869,141
小(c)	.073	6,696	98.2	657,561
中(d)	.027	2,477	228.6	566,164
大(c)	.006	550	394.4	217,065
計	1.000	91,728		2,309,931

解禁前 密度(n_2)=229.4/ha S=1470ha

銘柄	割合(k_2)	尾数(N_2)	単価(x_2)	金額(X_2)
マル小未満(a)	.224	74,055	0	0
マル小(b)	.514	169,930	30.1	5,114,891
小(c)	.216	71,410	157.3	11,232,832
中(d)	.044	14,547	285.4	4,151,580
大(c)	.002	661	503.1	332,653
計	1.000	330,603		20,831,956

1986年の効果(E)= $X_2 - X_1=20,831,956 - 2,309,931=18,522,025$

表3 各年の銘柄組成と単価

年	銘柄	禁漁直前		解禁直前	
		組成(%)	単価(円/kg)	組成(%)	単価(円/kg)
86	< S S	.471	0	.224	0
	S S	.423	261	.514	350
	S	.073	668	.216	942
	M	.027	994	.044	1241
	L	.006	1019	.002	1300
86 - 87	< S S	.390	0	.179	0
	S S	.304	391	.454	350
	S	.104	739	.321	942
	M	.063	1045	.046	1241
	L	.069	1047	0	1300
87 - 88	< S S	.187	0	.107	0
	S S	.362	474	.308	749
	S	.263	822	.291	1721
	M	.112	1155	.214	2042
	L	.076	1119	.080	2044
88 - 89	< S S	.306	0	.090	0
	S S	.285	448	.301	770
	S	.143	804	.303	1853
	M	.102	1081	.156	2150
	L	.164	1386	.150	2135
89 - 90	< S S	.493	0	.149	0
	S S	.368	594	.433	607
	S	.084	1236	.294	1350
	M	.028	1575	.110	1651
	L	.027	1589	.014	1844
90 - 91	< S S	.287	0	.047	0
	S S	.318	991	.227	896
	S	.121	1866	.213	1840
	M	.121	2148	.286	2131
	L	.153	2245	.227	2159

表4 純効果の計算結果

年	M + E - I	効果量 (1)	R_n	純効果金額 (円)	全体効果金額 (円)
86	-7.62	0.78 R_{86}	62.4×1470	4,508,693	18,522,025
86 - 87	-8.44	2.58 R_{86-87}	19.1×1470	5,599,025	15,983,029
87 - 88	-6.04	1.40 R_{87-88}	9.0×1470	4,950,271	14,448,948
88 - 89	-3.21	0.70 R_{88-89}	3.8×1470	1,230,768	3,131,948
89 - 90	-5.64	1.27 R_{89-90}	11.7×1470	3,027,149	8,821,826
90 - 91	-7.52	2.03 R_{90-91}	1.7×1470	2,094,060	6,097,357

して再生産を保障するため、幼期にその生息場を禁漁として生残を保障するため、の2つに大別されるが、このどちらにしても、これまで実施されてきたのはほとんどが移動性の小さい貝類や甲殻類を対象としたもので、今回報告したような魚類を対象として禁漁区を設定した例は少なく、全国的にみて貴重な例であるといえよう。

扇島の禁漁区はに該当しているが、冒頭に述べたように、幼期に生息場を保護するというよりむしろ、水揚げの対象となる直前か、あるいは対象となってもまだ安い段階のマコガレイを、成長させてより高くなった段階で漁獲しようというニュアンスの大きい禁漁区の設定であったといえる。したがって、当初期待された効果の第一は、禁漁期間中の成長であった。月別の体長組成の推移をみると、期待どおりの成長が認められた場合もあったが、前月よりもモードが下がった場合もあり、必ずしも成長が認められたわけではない。これは平均体重の推移をみても同様で、平均体重が増加した場合も、増加がみられなかった場合もあった。つまり、扇島では他海域からの移入と他海域への移出があって、このバランスによって体長組成上のモードや平均体重が決定された、ということであろう。朴(1989)によると、冬季の出荷サイズ未満のものは川崎 - 盤州の線以北、水深20m以浅に多い。したがって他海域からの移入は、北からが主体になっていると考えられるが、この点についてはまだデータは得られていない。筆者は1991年4月に研究会と協同して羽田沖で幼魚分布調査を実施したが、このとき採集されたマコガレイの体長組成は3月に扇島中で得られたものと比較して小型であった。このことは、扇島への移入が北から、ということの証明のひとつであるかもしれない。今後は禁漁区の調査と平行して、羽田沖を含む東京都海面における分布調査を実施していく計画なので、扇島への移入の実態が明らかになるであろう。他海域への移出については、これまでの標識放流 - 再捕のデータ

の整理が十分ではないが、禁漁期間中には再捕された例は少なく、あっても禁漁区のごく周辺に限られていたことからみて、さほど大きくないと推察される。したがって他海域との移出入は、東京湾北部からの小型魚の移入が主体で移出は少なく、このことが体長組成のモードの変化や平均体重の変化に影響している、と考えられる。本報では、禁漁区の効果を考えるために、これまでに述べたような背景を考慮して、移出入の結果の表現である分布密度と平均体重の積、すなわちバイオマスを、禁漁直前と解禁直前の2点で比較する、という方法を用いた。実際には各月の分布密度や平均体重は明らかになっているから、各月ごとのバイオマスは計算でき、効果も計算できるが、移出入の実態が正確に把握されていない現段階では、このように中間の過程をブラックボックス化して全体を評価するという過程が必要であろう。

計算された効果の数値は、全体効果にしても純効果にしても、決して大きいものとはいえない。さほど広くない禁漁区とはいえ、約3ヶ月間操業できなかった漁業者の感覚からすると、おそらく非常に少ない数値ではなからうか。しかし、これらの数値は、ほぼ確実に達成されたプラスと考えられることと、今後さらに効果のある方法を検討していく上での材料として用いることができよう。全体効果の中に占める純効果の割合を各年で計算すると、0.24 - 0.39の範囲(0.336±0.049)になる。底引き網の間引き率(網の通過する面積内にいる資源が間引かれる割合)は0.3程度と考えられており(松宮、1983)、これは全体効果に占める純効果の割合に近い。これは、根拠としては薄弱だが、ほぼ確実に達成されたプラスとみるひとつの材料になると考えられる。

扇島で観測された最大のバイオマス、分布密度は1986年3月の26,026.6g/ha、221.4尾/haで、これらは86年の柴支所の漁獲量の7.8%、推定漁獲尾数(清水、未発表)の11.1%に相当する。また、3月のバイオマスはそ

の年の夏季の漁獲量と高い正の相関があり（清水、未発表）、夏季の漁況予測につながっていく可能性がある。これらを考えると、扇島のマコガレイのcapacityは分布密度と平均体重の関係をみるとさほど大きいものではないかもしれないが、扇島は東京湾のマコガレイ資源のかなりの部分を代表しうる場として、評価できる、と考えられる。扇島の禁漁区は、何度かふれたように、当初は資源管理を意図して設定されたものではないが、マコガレイ資源全体に対してもっている意味を考えていくことによって、資源管理につながっていくものになるだろう。

要 約

- 1 1985年から、川崎市扇島沖に設定されているマコガレイの禁漁区において、横浜市漁業協同組合柴漁業研究会と協同で実施したマコガレイ分布調査の結果をまとめるとともに、禁漁区設定の効果について検討した。
- 2 扇島に集合するマコガレイは1才魚が中心であると考えられた。
- 3 禁漁期間中に分布密度、平均体重には増加が認められた。

- 4 禁漁直前と解禁直前の分布密度、全長組成から銘柄別の尾数を求め、銘柄別単価を乗じて存在していたマコガレイを金額に換算し、その差を全体効果と考えると、3,131千円から18,522千円の効果が認められた。
- 5 禁漁直前と解禁直前の分布密度の比から禁漁期間中の漁獲によらない密度の変動係数（自然死亡+移出-移入）をもとめ、漁獲死亡係数1.50と仮定した場合の禁漁による純効果を計算した。1,231千円から5,599千円の純効果が認められた。

文 献

- 朴 鍾洙（1989）：東京湾のマコガレイ資源に関する研究。
東京大学農学系研究科学学位請求論文
- 小山道治（1986）：マコガレイの資源管理について。
第32回漁村青壮年婦人活動実績発表大会資料
全国漁業協同組合連合会
- 松宮義晴（1983）：沿岸水産生物の資源評価。
「水産資源の解析と評価 その適用例」
恒屋社厚生閣